

## 레이저 비전을 이용한 로봇트 아크 용접 공정 감시

신 종근

## Monitoring and Control of Robotic Arc Welding Process using Laser Vision

Jong-Geun Shin

## 1. 서 언

최근 수년간 아크 용접분야의 자동화가 두드러지고 있으며, 아직은 고가격임에도 불구하고 로봇트의 도입이 많이 이루어지고 있다. 이러한 경향은 열악한 아크 용접 환경과 숙련공의 감소라는 주변 요소와 함께 생산성 향상과 고품질의 용접 실현이라는 현실적 과제가 우선 되기 때문이다. 자동화, 무인화를 위한 로봇트의 이용<sup>1)</sup>은 필연적으로 아크 용접 공정 전반에 걸쳐 정확하고 적절한 감시 기술이 선행 되어야 한다. 본 장에서는 고품질, 생산성 향상을 위한 레이저 비전 센싱(Sensing) 기법을 소개하고 향후 공정감시 기술의 발전 방향을 전망하고자 한다.

## 2. 레이저 비전 시스템

Fig. 1은 전형적인 레이저 비전 시스템의 개요를 나타내고 있다. 저 출력 다이오드 레이저를 접합부에 조사(照射)하고 그 반사된 레이저 빛을 광학 렌즈에 의해 CCD 또는 CMOS 카메라 센서에 집광시켜 이미지를 형상화 한다. 용접선 추적(Seam Tracking)<sup>2)</sup>이 용이하고 용접부 검사(Weld Inspection)에도 사용되는 이

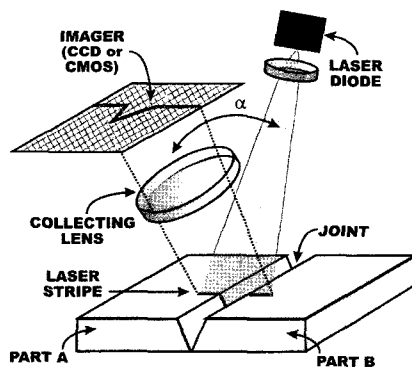


Fig. 1 Laser triangulation principle

기술은 Laser Triangulation 원리를 기본으로 하고 있다. 형상화 된 신호(Image Signal)는 제어기(Controller)에 의해 분석 되어 용접 공정의 전처리(Joint Preparation) 및 사전 검사(Inspection)를 수행 한다. 즉 이러한 과정을 통하여 제품의 불량률을 현저히 떨어뜨리고 고품질 용접을 위한 준비단계에 들어간다. 지금까지 알려진 바에 의하면 로봇트 아크 용접시 발생하는 문제점의 대부분은 접합부의 정확한 위치제어의 어려움, 설정된 모재 위치와 고정된 재료가 가변성을 가지고 있다는 것 등이다. 이것이 생산성 저하와 품질에 영향을 미치는데, 해결 방안으로서는 모재 가공과 조립에서 오는 오차를 초기에 분석하여 공정 설계 시부터 보완이 필요하다. 특히, 아크 용접에서는  $\pm 5\text{mm}$ 의 허용치를 가지고 반복성(Repeatability)이 보장 되어야 하는데 만약 이러한 정밀도가 확보가 안되면 용접부 인식(Joint Finding)과 용접선 추적(Weld Tracking) 장치가 필요하다. 본 시스템의 이 장치는 초기 생산 시작 시 접합부의 추적, 모재 위치 그리고 정렬 오차를 측정하는데 사용 되어진다. 또한 이 정보는 갭(Gap)이나 접합부 위치의 재현성을 얻기 위해 고정구의 조정에도 사용한다.

## 3. 실시간 모니터링

용접공정의 실시간 모니터링을 위해서 전술 한 바와 같이 모재와 fixture의 최적화 한 후, 레이저비전 카메라는 접합부 검색과 추적에 사용되는 동시에 연속적으로 최적의 토치 위치를 유지하고, 용접부의 큰 변화를 보상하기 위한 Adaptive weld schedule을 선택 적용한다. Fig. 2는 용접부 검색 결과를 보여주고 있다.

물론, 변화량이 과도하다면, 최소의 용접품질을 유지하기에 적절한 용접 공정 계획도 적용할 수 없다.

용접품질 향상을 위한 다른 방법은 용접 후 검사 카메라 시스템(Inspection camera system)이다. 실시간이 아니라도, 이 방법은 사전예방적인 방법이다. 또

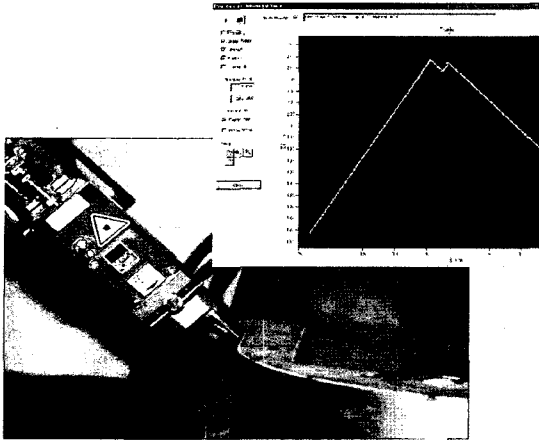


Fig. 2 Information signal by seam tracking

한 reject율을 감소시키기 위한 기존의 용접 모니터링, cross sectioning과 동시에 사용 가능하다. 검사 카메라 시스템 구성은 용접선 검색 시스템(Seam finding system)과 유사하지만, 전체적으로 다른 소프트웨어 구성을 갖는다. (Fig. 3 참조)

이 시스템은 미용접과 용접된 접합부를 용접기준에 일치하는 지를 결정하기 위해 측정한다. 비드 폭, 형태 및 언더 컷(undercut), 기공발생(porosity) 등과 같은 항목들을 평가한다.

생산 중, 이 시스템은 아래와 같이 활용된다.

1. 단순한 용접품질의 양호 또는 불량
2. 용접품질이 허용치 한계(tolerance limit) 나 위험 쪽의 경향성을 가질 때, 로봇트가 어떠한 행동(action)을 취해야 하는지에 대한 정보
3. Arc data acquisition system과 연동하여 아크 데이터 측정

용접검사기준은 각 용접항목의 설정된 기준 데이터를 포함하며, 측정된 데이터를 기준 데이터와 비교한다. lap fillet, Tee fillet 및 각종 groove weld를 측정할 수 있다. Fig. 4는 현장에서 볼 수 있는 통상적인 검사



Fig. 3 Inspection System

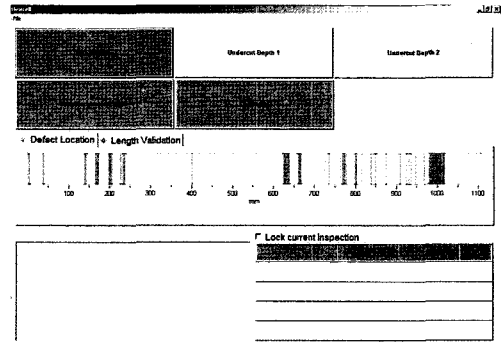


Fig. 4 Inspection status

결과 화면이다. 적색은 불량, 황색은 적어도 한가지 이상의 항목이 검사 기준 데이터에 가깝게 나타난다는 것을 표시한다. 녹색은 합격을 의미한다. 이 시스템은 검사결과에 따라 자동적으로 로봇트를 정지시킬 수 있다. 또한 지속적인 향상 효과를 용이하게 하기 위해 trending information을 사용할 수 있다. Fig. 5는 trend line과 control chart이다. 접합부 중심에 용접이 되었을 경우 leg length와 같은 확실한 측정항목의 결과를 비교한다. 만일 접합부 중심에 용접되지 않았다면, 실제 모재의 위치편차를 측정할 수 있다

Data acquisition system은 초기 set-up이 부정확하다면 신뢰성 있는 데이터를 제공하지 못한다. 그래서 좋은 조건과 나쁜 조건에서 시뮬레이션 테스트가 필요하다. 이는 data acquisition system이 초기 set-up된 데이터를 바탕으로 검사결과가 얼마나 객관적이고 재현성이 있는가를 포함한다. 이 두가지 공정 감시 시스템(weld bead cross sectioning system, arc data acquisition system) 사이의 상승효과는 보다 정확한 arc data monitoring 및 용접의 불량 또는 경

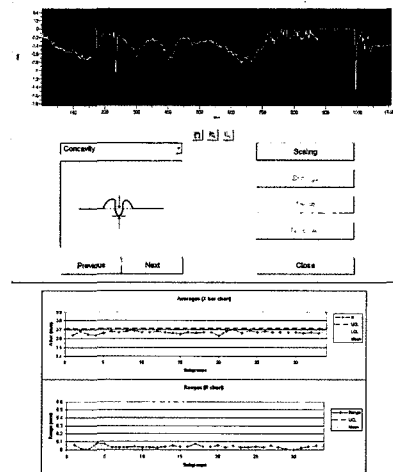


Fig. 5 Trend line output (Upper) & Control chart (Down) on Inspection System

향성의 원인을 찾는 능력에 의해 나타난다.

파괴검사가 요구되는 대부분의 용접은 초기 공정의 적합성이 확립되어야 하고 용접 후 품질의 최소 품질기준 수렴여부가 증명되어야 한다.

불행하게도 파괴검사는 금액과 시간이 요구되는 제한성을 가지고 있다. 또한 상당히 임의적이고 가공 후 검사하는 형태로 구성되기 때문에 원가 상승의 요인이 된다. Laser vision weld inspection의 사용은 파괴검사 비용까지도 줄이는데 도움이 된다. 다시 말하면, 파괴검사는 on-line inspection의 신뢰도를 검증하는데 사용될 수 있다.

#### 4. 결 언

이상과 같이 레이저 비전 검사 시스템의 적용에 의해 용접 공정의 전처리에서 얻어진 정보로 불량률을 줄일 수 있으며, 실시간 모니터링을 통한 용접 조건의 최적 제어는 고품질 향상에 기여한다는 것을 알았다. 또한

파괴검사의 비용을 줄이는 효과가 있다. 향후 레이저 비전 센서는 가공 중 발생하는 용접 결함의 판단과 용접조건의 최적화를 위해서 축적된 통계적 데이터와 결합하여 보다 성능이 뛰어난 공정 감시 기술의 통합 틀로서의 발전이 기대 되어진다.

#### 참 고 문 헌

1. N.Nayak and A.Ray : Intelligent seam tracking for robotic welding, Springer-Verlag, 1993
2. 이정익 : 레이저 비전 센서를 이용한 용접선 추적 및 용접품질 검사에 관한 연구, 한양대학교 대학원 박사학위 논문, 1999



- 신종근(辛鍾根)
- 1975년생
- SR-KOREA 기술개발부 과장
- Intelligent laser vision system
- e-mail : admin@sr-korea.co.kr